

Helsinki 31.5.2004

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 24 JUN 2004

WIPO

PCT



Hakija  
Applicant

Liekki Oy  
Lohja

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20030601

Tekemispäivä  
Filing date

22.04.2003

Kansainvälinen luokka  
International class

C03B 37/018

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä ja valmistuslaitteisto kuituaihion valmistamiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

BEST AVAILABLE COPY

*Marketta Tehikoski*

Marketta Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Telefax: 09 6939 5328  
Telefax: + 358 9 6939 5328

# MENETELMÄ JA VALMISTUSLAITTEISTO KUITUAIHION VALMISTAMISEKSI

- 5 Keksinnön kohteena on oheisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukainen menetelmä optisen kuituaihion valmistamiseksi. Lisäksi keksinnön kohteena on oheisen patenttivaatimuksen 6 johdanto-osan mukainen valmistuslaitteisto.
- 10 Optinen kuitu muodostetaan tyypillisesti vetämällä kuitua kuitupreformista eli kuituaihiosta kuidunvetotornissa. Valmiin kuidun ominaisuudet määräytyvät osaltaan kuidunvedossa käytettävän kuituaihion ominaisuuksien perusteella. Kuituaihion ominaisuudet puolestaan määräytyvät mm. käytettävästä valmistusmenetelmästä ja käytettävistä valmistusaineista. Kuituaihio voidaan muodostaa usealla eri tavalla. Tyypillisesti kuituaihio kasvatetaan putkimaisen tai sauvamaisen runkorakenteen ympärille kerroksittain. Usein kerroksittain suoritettavassa kuituaihion kasvatuksessa käytetään eri kerroksissa erilaisia aineita, joilla muokataan kuituaihion eri kerroksiin erilaisia ominaisuuksia.
- 20 Esimerkiksi MCVD (Modified Chemical Vapor Deposition) -menetelmässä kaasumaiset ja höyrymäiset raaka-aineet luodaan lasilyöSORVIN leukoihin kiinnitetyn puhtaan kvartsiputken (eli perusputken) sisälle pyörivän liitoksen kautta. Nestemäisten raaka-aineiden höyryttämiseen käytetään erityisesti tarkoitukseen suunniteltuja astioita, joihin
- 25 tuodaan kantokaasua alansaari ja astian yläosasta johdetaan kanto-kaasun ja höyryn sekoitus prosessiin. Tyypillisesti käytettyjä nestemäisiä raaka-aineita, joilla on riittävän korkea höyrynpaine huoneenlämmössä, ovat kvartsilasin pääraaka-aine piitetrakloridi ( $\text{SiCl}_4$ ), taitekerointa kasvattava germaniumtetrakloridi ( $\text{GeCl}_4$ ) sekä lasin viskositeettia laskeva ja siten sintrausta holpottava fosforihappitrikloridi ( $\text{POCl}_3$ ).
- 30 Lisäksi voidaan käyttää taitekerruina laskevia kaasuja kuten rikkiheksafluoridia ( $\text{SF}_6$ ) tai muita apukaasuja, kuten kasvatusnopeutta parantavaa heliumia. Kvartsiputkea lämmitetään putken ulkopuolelta edestakaisin liikkuvaan kolkkaan kiinnitetyllä happi/vety polttimella 1600-1800 °C lämpötilaan. Putken sisällä virtaavat höyryt ja kaasut reagoivat hapen kanssa muodostaen hyvin hienojakoista lasipölyä. Polttimen liikkuessa kaasun virtauksen suuntaisesti etenevä poltin sintraa termoforee-

sin vaikutuksesta polttimen alavirran puolelle putken seinämille kasva-  
van ohuen huokoisen lasikerroksen. Polttimen kolkan saavuttaessa  
putken toisen pään, palaa se pikaliikkeellä lähtöpiisteeseen. Lasiker-  
roksia kasvatetaan kultutyyppistä riippuen 20-100 kappaletta. Kun kaikki  
5 tarvittavat lasikerrokset on kasvatettu, nostetaan putken lämpötila työ-  
kentelylämpötilan (pehmenemislämpötilan) yläpuolello noin 2000 –  
2200 °C:een, jolloin putki "romahtaa" pintajännityksen ja paine-eron  
vaikutuksista kiinteäksi lasitarikuksi. Menetelmällä syntyvät lasikerrok-  
set eivät ole vahvuudeltaan vakiopaksuisia putken eri kohdissa, vaan  
10 tyypillisesti putken päälyihin muodostuu ohuimmat lasikerrokset kuin  
keskiosaan. Myös putkon muissa kohdissa voi ainevahvuudella vaihdella  
riippuen mm. alnevirtauksesta ja polttimen liikkeestä. Lisäksi kyseises-  
sä menetelmässä on perusputkea jatkuvasti kuumennettava, joka puo-  
lestaan mm. vaatii energiaa sekä asettaa rajoituksia valmistusproses-  
15 sissä käytettäville aineille.

Eurooppalaisesta patenttihakemuksesta EP0127041A1 tunnetaan puo-  
lestaan kultuaihion valmistusmenetelmä, jossa runkorakenteena toimi-  
van perusputken tai -sauvan pinnalle kasvatetaan uusia kerroksia säh-  
20 köstäättisesti. Menetelmässä kerroksen muodostavat hiukkaset vara-  
taan, jonka jälkeen ne ohjataan vastaelektrodiin kohti sekä perusraken-  
teen pintaa kohti. Eräessä suoritusmuodossa perusrakenteesta muo-  
dostetaan vastaelektrodi. Eräessä toisessa suoritusmuodossa vasta-  
elektrodi sijoitetaan putkimaisen perusrakenteen ympärille ja varatut  
25 hiukkaset syötetään perusputken sisälle järjestettävän suuttimen kaut-  
ta, jolloin kerrokset syntyvät perusputken sisälle. Julkaisun mukaisessa  
menetelmässä hiukkasia syöttävä suutin liikkuu vain lineaarisesti muo-  
dostettavan rakenteen pituussuunnassa ja kyseinen rakenne on järjes-  
tetty akselinsa suhteen pyöriväksi. Tällöin suuttimen hiukkasvirtaus  
30 voidaan ohjata oleellisesti jokaiseen kohtaan käsiteltävää rakennetta.  
Julkaisun mukainen menetelmä on liikkuvien suuttimien takia hankala  
toteuttaa ja lisäksi kyseisessä menetelmässä tarvitaan vastaelektrodi.

Nyt esillä olevan keksinnön pääasiallisena tarkoituksena on esittää  
35 menetelmä käytettäväksi kultuaihion valmistuksessa, jolla menetelmäl-  
lä perusputkon sisäpuolelle voidaan kasvattaa uusi ainekerros tasai-

sesti ja hallitusti ilman perusputken sisällä putken pituussuunnassa liik kuvia suullimia.

- 5 Tämän tarkoituksen toteuttamiseksi keksinnön mukaiselle menetelmälle on pääasiassa tunnusomaista se, mikä on esitetty itsenäisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa. Keksinnön mukaiselle valmistuslaitteistolle on puolestaan pääasiassa tunnusomaista se, mikä on esitetty itsenäisen patenttivaatimuksen 6 tunnusmerkkiosassa.
- 10 Muissa epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa on esitetty eräitä keksinnön edullisia suoritusmuotoja.
- 15 Keksinnön perusajatuksena on syöttää kuiluaihion valmistuksen yhteydessä aihion perusputken sisälle kaasuvirtauksia, jotka on varattu siten, että kaasuvirtauksen varaus muuttuu jaksoittain vastakkaismorkkiseksi. Jaksoja nimitetään tässä selityksessä varausjaksoksi ja keräysjaksoksi. Varausjakson aikana varaavaa kaasua syötetään perusputken läpi, kunnes perusputken sisäpinta saavuttaa tasapainovarauksen. Keräysjakson aikana puhalletaan varattuja hiukkasia sisältävää kaasua perusputken läpi, jolloin putken sisäpintaan nähden vastakkaismerkkisestä varatut hiukkaset kerääntyvät putken sisäpinnalle sähköstaattisella vetovoimalla, kunnes pinnan varaus on kumoutunut. Keräysjakson jälkeen toistetaan varausjakso ja keräysjakso niin monta kertaa, että haluttu määrä kerroksia on muodostettu.
- 25 Kaasun ja hiukkasten varaamiseen käytetään edullisesti koronavaraajaa, jolloin eräissä suoritusmuodoissa on mahdollista käyttää samaa varausyksikkö erimerkkisten varausten muodostamiseen. Koska kuiturakenteen varaaminen suoritetaan väliaineen avulla ei perusputken sisällä liikkuvaa suutinta eikä erillisiä johtimia ja/tai elektrodeja tarvita.
- 30 Keksintö mukainen ratkaisu mahdollistaa uuden alnekerroksen kasvattamisen lasaisesti koko perusputken pituudella. Koska uusia kerroksia on mahdollisuus muodostaa toistensa päälle on myös mahdollista aikaansaada lopulliselle kuituaihiolle hallittuja profiileja. Erittäin edullinen vaikutus tarkalla kerrosten muodostuksen hallinnalla on aktiivivalokuitujen valmistukseen käytettävien kuituaihioiden valmistuksessa.
- 35

5 Keksinnön mukaiselle eräälle suoritusmuodolla saavutetaan hyvä kasvuhyötysuhde ja eräällä toisella suoritusmuodolla puolestaan hyvä kasvunopeus. On myös mahdollista erällä keksinnön suoritusmuodoilla käyttää kaasuja joiden lämpötila voi olla laajalla lämpötila-alueella, koska keksinnön mukainen menetelmä ei riippuvainen termoforeesi-

10 Keksinnön mukaisesti muodostettavalle kuituaihiole on puolestaan edullista se, että sille suoritettavat lasityöt ovat helpot.

Keksintöä selostetaan seuraavassa tarkemmin viittaamalla ohelisiin periaatteellisiin piirustuksiin, joissa

15 kuvat 1-4 esittävät keksinnön mukaisen menetelmän erään edullisen suoritusmuodon eri vaiheita,

20 kuva 5 esittää keksinnön mukaisen laitteiston erästä edullista suoritusmuotoa, jossa ensimmäinen ja toinen kaasuvirtaus syötetään samasta perusputken päästä,

25 kuva 6 esittää keksinnön mukaisen laitteiston erästä toista suoritusmuotoa, jossa ensimmäinen ja toinen kaasuvirtaus syötetään perusputken vastakkaisista päistä,

kuva 7 esittää keksinnön mukaisen laitteiston erästä kolmatta suoritusmuotoa, jossa ensimmäinen ja toinen kaasuvirtaus sisältää hiukkasia, ja

30 kuva 8 esittää keksinnön mukaisen laitteiston erästä neljättä suoritusmuotoa, jossa eri kaasuvirtausten varaaminen järjestetään yhdellä varaajalla.

35 Piirustuksissa on esitetty selvyyden vuoksi vain keksinnön ymmärtämisen kannalta tarpeelliset yksityiskohdat. Keksinnön ymmärtämisen kannalta tarpeettomat, mutta ammattimiehelle selvät rakenteet ja yksi-

tyiskohdat on jätetty kuvista pois keksinnön ominaispiirteiden korostamiseksi.

- 5 Kuvissa 1-4 on esitetty periaatteollisesti keksinnön mukaisen menetelmän eräs edullinen suoritusmuoto. Kuva 1 esittää perusputken 1, joka on tyypillisesti valmistettu kvartsilasista, varaustapahtumaa. Esimerkissä perusputken 1 sisälle johdetaan positiivisesti varautunut kaasuvirtaus, joka on merkitty kuvaan sanalla gas. Edullisesti kaasuna käytetään typpeä tai argonia, johon on muodostettu sähköinen varaus jollain sopivalla menetelmällä, kuten esimerkiksi koronavaraajalla. Kaasuvirtauksesta varaus siirtyy perusputken 1 pintakerrokseen ja jakautuu olollisesti tasaisesti koko perusputken sisäpinnalle kunnes pinta saavuttaa tasapainovarauksen, kuten kuvassa on esitetty.
- 10 Perusputken 1 varaamisen jälkeen johdetaan perusputkoon hiukkasia sisältävä kaasuvirtaus, joka on merkitty kuvaan 2 sanalla aerosol. Edullisesti kaasuvirtaus käsittää tyypeä tai argonia, jonka sekaan on järjestetty sopivat rakennoainehiukkaset. Perusputkeen 1 johdetusta kaasuvirtauksesta negatiivisesti varautuneet hiukkaset hakeutuvat varautuneen perusputken pinnalle kuvan 2 esittämällä tavalla. Hiukkasten ja perusputken 1 kohdatessa niiden varausten potentiaaliero tasoittuu ja kun hiukkasia on keräytynyt tasaisesti jokaiseen perusputken varalluun kohtaan kumoutuu putken varaus oleelliset. Samalla muodostuu oleellisen tasainen hiukkaskerros.
- 20 Kaasuvirtauksen varaus ja erityisesti hiukkasten varaus voidaan toteuttaa usealla eri tavalla. Eräs edullinen tapa on varata hiukkasia sisältävä kaasuvirtaus esimerkiksi koronavaraajalla, jolloin varaus kerääntyy oleellisesti kaasuvirtauksen hiukkasiin. Eräs toinen edullinen tapa on varata hiukkaset varatulla kaasuvirtauksella, eli järjestää hiukkaset varautuneeseen kaasuun varauksen jälkeen, jolloin varaus siirtyy kaasusta hiukkasjoukkoon nopeasti ja tasaisesti.
- 25 Mikäli ensimmäisen ainekerroksen kasvattamisen jälkeen halutaan kasvattaa toinen ainekerros, on perusputki 1 varattava uudelleen, eli, kuten tässä keksinnön suoritusmuodossa, ensimmäisen ainekerroksen kasvattamisen jälkeen syötetään perusputken sisälle uudestaan varaa-
- 30
- 35

- va kaasuvirtaus kuvan 3 mukaisesti. Esimerkissä suoritetaan yhdellä ainekerroksella kasvatetun porusputken 1 varaaminen samalla tavalla kuin pelkän porusputken varaaminen kuvassa 1, eli kasvatetun porusputken sisäpinta varataan positiivisesti varatulla kaasuvirtauksella. Tällöin varaus jakautuu oleellisen tasaaisesti aikaisemmassa vaiheessa kasvatetulle sisäpinnalle. Eräässä toisessa keksinnön mukaisessa suoritusmuodossa sisäpinnan varaamiseen käytetään kaasuvirtausta, joka sisältää kerroksen muodostavaa ainetta, jolloin varaamisen yhteydessä muodostuu myös uusi ainekerros.
- Kuvassa 4 syötetään positiivisesti varatun porusputken 1 sisäpuolelle kaasuvirtaus, joka sisältää negatiivisesti varattuja hiukkasia. Esimerkissä kuvan 4 tilanne vastaa kuvan 2 tilannetta, jossa porusputken 1 sisäpuolelle kasvatetaan ensimmäinen ainekerros, sillä erolla, että porusputken sisäpuolelle on jo yksi menetelmän mukaisesti kasvatettu ainekerros, jonka päälle uusi ainekerros muodostetaan.
- Porusputken 1 varaaminen ja uuden ainekerroksen kasvattaminen toistetaan tarvittavan monta kertaa, jotta halutut kerrokset saadaan muodostettua. Tyypillisesti ainekerroksia muodostetaan porusputken 1 sisäpinnalle usealla kymmeniä ja joskus jopa satoja. Keksinnön mukaista menetelmää voidaan käyttää riippumatta muodostettavien ainekerrosten lukumäärästä. Tarvittaessa ainekerroksia voidaan sintrata, ja sintraus voidaan suorittaa joko ainekerrosten muodostamisen välillä ja/tai sitten kun kaikki ainekerrokset on muodostettu. Tarkalla ainekerrosten muodostumisen hallinnalla ja erilaisten kerrosten variaatioiden runsauksella on erittäin edullinen vaikutus aktiivivalokuitujen valmistukseen käytettävien kuituaihioiden valmistuksessa.
- Kun porusputken 1 sisälle on kasvatettu haluttu määrä ainekerroksia valmistetaan porusputkesta tyypillisesti kuituaihio kuumentamalla se pehmenemislämpötilan (tyypillisesti 2000 – 2200 °C) yläpuolelle, jolloin putkimainen rakenne luhistuu muodostaen umpinaisen sauvan.
- Kuvissa 1-4 on esitetty eräs keksinnön mukainen suoritusmuoto ainekerrosten muodostamiseksi porusputken 1 sisäpuolelle, mutta on mahdollista toteuttaa kerrosten muodostaminen usealla eri tavalla keksin-

nön perusajatuksen mukaisesti. Esimerkiksi varausten merkit voivat poiketa esimerkistä ositotystä, eli perusputki voidaan esimerkiksi varata alussa negatiivisella kaasuvirtauksella. Myös kaasuvirtausten koostumus ja hiukkassisältö voi vaihdella, vaikka tyypillisesti varaavana kaasuna käytetäänkin jokaisessa varausjaksossa samaa kaasua tai kaasuseosta.

Edellä esitetty ainekorrostusmuodostaminen perusputken 1 sisäpuolelle voidaan toteuttaa usealla erilaisella laitteistolla, joista seuraavaksi esitetään muutama edullisin suoritusmuoto.

Kuvassa 5 on esitetty eräs keksinnön mukaisen laitteiston suoritusmuoto, jossa kuituaihion perusputkeen 1 syötetään vuorottelevat kaasuvirtaukset perusputken samasta päästä. Edullisesti kuituaihion ulko-osan muodostava perusputki 1 valmistetaan kvartsilasista, mutta myös muusta aineesta valmistettuja perusputkia on mahdollista käyttää tämän keksinnön mukaisesti. Kuvassa perusputki 1 on sijoitettu termistä prosessia varten lasisorviin 2, juka termien prosessi on osa kuituaihion valmistusta. Eräässä edullisessa suoritusmuodossa perusputki 1 järjestetään pyöriväksi pitkittäisakselinsa suhteen. Perusputkea 1 on järjestetty kuumentamaan kuumennuselin 3, kuten esimerkiksi poltin tai uuni, joka on esimerkissä sovitettu liikkumaan perusputken pituusakselin suuntaisesti. Kuumennuselimellä 3 suoritetaan tarvittaessa perusputken 1 kasvatuksen aikainen lämmittäminen; sekä perusputken sinteraus sekä kollapsointi. Kuumennuselimelle tunnetaan sopiva polttokaasu sekä mahdolliset muut termisessä prosessissa käytettävät kaasut. Keksinnön mukainen perusputken kerrosten kasvattaminen ei ole kuitenkaan riippuvainen edellä esitetystä lasisorvirakenteesta 1, vaan keksinnön mukainen kerrosten kasvattaminen voidaan suorittaa erillään esitetystä termisestä prosessista ja kollapsointia varten sähköstaattisesti kasvatettu putkirakenne voidaan järjestää erilliseen prosessiin. On kuitenkin usein tuotannollista syistä edullista toteuttaa prosessien yhdistäminen esimerkissä esitetyllä tavalla.

Keksinnön mukaisesti perusputken 1 sisään syötetään sähköisesti varattuja kaasuvirtauksia. Kuvassa 5 esitetyssä suoritusmuodossa on kaksi varaajaa 4, joista ensimmäisellä varataan se kaasuvirtaus, jolla



alikaansadaan perusputken 1 sisäpinnan sähköinen varautuminen. Toisella varaajalla 4 varataan tässä suoritustavassa se kaasuvirtaus, joka sisältää uuden kerroksen muodostavia aineosasia, jotka ovat edullisesti sähköisesti varautuneita hiukkasia ja sopivimmin lasimateriaalia käsittäviä hiukkasia. Tyypillisesti ensimmäisessä kaasuvirtauksessa käytetään samaa kaasua kuin mitä käytetään toisen kaasuvirtauksen kantokaasuna, ja edullisesti kaasuna voidaan käyttää typpeä tai argonia. Kuvassa on aineosasten järjestämiseksi osaksi kantokaasua esitetty käytettäväksi kolmea ainesyöttöä 5, kuten esimerkiksi pulputinyksikköä, mutta luonnollisesti ainesyöttöjä voi olla esitetystä lukumäärästä poikkeava lukumäärä, tai aineosaset voidaan aikaansaada kaasuun muullakin tavalla. Esimerkissä ainesyötöstä 5 kaasu johdetaan hiukkastenmuodostusyksikön 6 kautta varaajalle 4. Hiukkastenmuodostusyksikkö 6 voi olla tyypiltään mikä tahansa sopiva yksikkö, mutta sopivimmin se on DND (Direct Nanoparticle Deposition) poltin, jota on kuvattu mm. suomalaisessa patentissa FI 98832.

Ensimmäisen kaasuvirtauksen vaikutuksesta perusputken 1 sisäpinta varautuu. Edullisesti käytettävän suuren kaasuvirtausnopeuden vaikutuksesta varaus jakautuu perusputken 1 pinnalle nopeasti ja tasaisesti. Ensimmäisen kaasuvirtauksen jälkeen perusputkeen 1 ohjataan toinen kaasuvirtaus, joka on varattu ensimmäisen kaasuvirtauksen varauksen suhteen vastakkaismerkkiseksi. Sähkövarausten keskinäisen voima-vaikutuksen seurauksena toisen kaasuvirtauksen sisältämäl varaukset ainesosaset hakeutuvat varatun perusputken 1 pinnalle. Sähköisten voimien avulla perusputken 1 sisäpinnalle muodostuu oleellisen tasainen ainespinta. Kaasuvirtauksen ainesosat hakeutuvat merkittävässä määrin perusputken 1 pinnalle aina siihen asti, kunnes varauksen välinen potentiaaliero on poistunut. Tämän jälkeen voidaan tarvittaessa toistaa perusputken 1 varaaminen ja uuden aineskerroksen kasvattaminen edellä kuvatulla tavalla. Ainekerrosten sintrausta voidaan tehdä tarvittaessa vaihtelevasti eri kerrosten muodostamisen välissä tai sitten lopussa kun kaikki kerrokset on muodostettu. Kun perusputken 1 sisälle on muodostettu haluttu määrä kerroksia valmistetaan perusputkosta tyypillisesti kuituaihio kuumentamalla se työskentelylämpötilan yläpuolelle, jolloin putkimainen rakenne luhistuu sisäänpäin muodostaen umpinaisen sauvan.

Keksinnön mukainen kaasuvirtauksen varaaminen ja kaasuvirtauksen perusputken 1 sisälle järjestäminen voidaan toteuttaa usealla eri tavalla, joista edellä ositettiin yksi edullinen tapa ja seuraavaksi esitetään  
 5 eräitä muita edullisia tapoja. On mahdollista yhdistää ositettuja ratkaisuja keskenään ja näin muodostaa keksinnön mukaisia ratkaisuja, jolta ei ole kuitenkaan tässä erikseen kuvattu.

Kuvassa 6 on esitetty keksinnön eräs toinen suoritusmuoto, jossa kaasuvirtauksia syötetään perusputken 1 molemmista päistä. Kyseisessä suoritusmuodossa ensin syötetään perusputken 1 ensimmäisestä päästä ensimmäinen varattu kaasuvirtaus, jolla varataan perusputken sisäpinta. Tämän jälkeen syötetään perusputken 1 toisesta päästä to-  
 10 non kaasuvirtaus, jossa tuodaan uuden kerroksen muodostavat varalut aineosat. Toisen kaasuvirtauksen varatut aineosat hakeutuvat aikaisemmin esitetyllä tavalla varautuneen perusputken 1 sisäpinnalle, muodostaen oleellisesti tasaisen ainekerroksen. Aineosasia hakeutuu perusputken 1 pinnalle oleellisesti niin kauan, että varausen välinen  
 15 ero on hävinnyt.

Kuvassa 7 on esitetty keksinnön eräs kolmas suoritusmuoto, jossa ensimmäinen ja toinen kaasuvirtaus tuodaan samasta perusputken 1 päästä omien erillisten hiukkasenmuodostusyksikköjen 6 ja varaajien 4  
 20 kautta. Erona ensimmäiseen suoritusmuotoon on siinä, että sekä ensimmäinen että toinen kaasuvirtaus käsittää uuden kerroksen muodostavia ainesosasia. Tällainen järjestely on erityisesti edullinen silloin, kun perusputkeen 1 muodostetaan useita kerroksia.

Kuvassa 8 on puolestaan esitetty keksinnön sellainen suoritusmuoto, jossa erimerkkisesti varattavien kaasuvirtausen varaamiseen käytetään yhtä varaajaa 4. Laittoisto käsittää ainakin yhden varaajaan 4 liitetyn ainesyötön 5, mutta edullisesti ainesyöttöjä on useampia, kuten esimerkissä on esitetty. Tällöin ensimmäinen kaasuvirtaus syötetään valitusta ainesyötöstä 5 hiukkasenmuodostusyksikön 6 ja varaajan 4  
 30 kautta perusputkelle 1. Ensimmäisen kaasuvirtauksen syöttämisen jälkeen muuteleaan varaajan 4 varausmerkkiä toisen kaasuvirtauksen varaamista varten. Toinen kaasuvirtaus syötetään joko samasta ai-

nesyötöstä 5 kuin ensimmäinenkin kaasuvirtaus tai sitten ainesyöttö voidaan ottaa jostain muusta tai muista ainesyötöistä. Toinen kaasuvirtaus syötetään tämän jälkeen hiukkasenmuodostusyksikön 6 ja varaajan 4 kautta perusputkelle 1. Tällainen järjestely on edullinen silloin, kun muodostetaan useita kerroksia, jotka käsittävät keskenään samoja ainesosasia, jolloin eri kerroksiin syötettävät eri ainesosat voidaan ottaa samoista ainesyötöistä 5. Aineosasten lukumäärä ja pitoisuus voi vaihdella eri kerroksissa, kun ainesyötöt 5 varustetaan erikseen ohjattavilla säätöelinillä, kuten esimerkiksi venttiileillä.

10

Keksinnön eräässä suoritusmuodossa muodostetaan samanaikaisesti vähintään kahta kuituaihiota siten, että kaasuvirtaukset johdetaan vuorotellen eri perusputkiin 1. Tällöin kaasuvirtausten muodostaminen ja varaaminen voidaan suorittaa keskeytymättä.

15

Perusputken 1 uuden kerroksen kasvattamiseen käytettävä ainesosat voidaan syöttää perusputkeen kantokaasun joukkoon järjestettyinä hiukkasina ja/tai kaasuna tämän keksinnön puitteissa riippumatta siitä, missä hiukkasmaisten ainesosien muodostaminen tapahtuu. Hiukkaset on mahdollista valmistaa esitetyistä prosessista erillään, mutta on edullista muodostaa hiukkaset prosessin yhteydessä, sopivimmin DND-polttimella. Lisäksi ainesosilla voi olla muita tehuvaikutuksia, kuten esimerkiksi raudan ja veden poistoon liittyviä vaikutuksia.

20

On luonnollisesti selvää, että keksintö ei ole rajoittunut vain edellisissä esimerkeissä esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan esimerkiksi hiukkasenmuodostusyksikkö 6 voidaan korvata hiukkastensyöttöyksiköllä, jonka avulla järjestetään varaajalle 4 muulla tavalla muodostetut hiukkaset. Myös hiukkasenmuodostusyksikölle 6 ja varaajalle 4 ainetta syöttävinä ainesyöttiminä 5 on mahdollista käyttää useita erityyppisiä ainesyöttimiä.

30

Keksinnön edellä esitettyjen eri suoritusmuotojen yhteydessä esitettyjä toimitatapoja ja rakenteita eri tavoin yhdistelemällä voidaan aikaansaada erilaisia keksinnön suoritusmuotoja, jotka ovat keksinnön hengen mukaisia. Tämän vuoksi edellä esitettyjä esimerkkejä ei tule tulkita keksintöä rajoittavasti, vaan keksinnön suoritusmuodot voivat vapaasti

35

vaihdella jäljempänä patenttivaatimuksissa esitettyjen keksinnöllisten piirteiden puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä yhden tai useamman ainekerroksen muodostamiseksi perusputken (1) sisäpuolelle, jota perusputkea (1) käytetään optisen kuituaihion valmistamisessa, josta kuituaihiosta sopivimmin valmistetaan optista kuitua, **tunnettu** siitä, että menetelmä käsittää yhden tai useamman jakson, jossa ainakin
  - järjestetään ensimmäiseen aineeseen sähköinen varaus,
  - johdetaan sähköisesti varautunutta ensimmäistä ainetta perusputkoon (1),
  - järjestetään perusputken (1) sisäpintaan varaus järjestämällä varaus ensimmäisestä aineesta perusputken sisäpintaan,
  - järjestetään toiseen aineeseen sähköinen varaus, joka varaus on vastakkainen ensimmäisen aineen varaukselle,
  - johdetaan sähköisesti varautunutta toista ainetta perusputkeen (1), ja
  - varautunut toinen aine saatetaan perusputken (1) sisäpintaan.
- 20 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ensimmäinen aine käsittää ainakin kantokaasua, ja toinen aine käsittää ainakin hiukasmaista ainekerroksen muodostavaa rakenneainetta.
- 25 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ensimmäinen aine ja toinen aine käsittävät ainakin hiukasmaista ainekerroksen muodostavaa rakenneainetta.
- 30 4. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ensimmäinen aine ja toinen aine johdetaan perusputkeen (1) perusputken samasta päästä.
- 35 5. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ensimmäinen aine johdetaan perusputkeen (1) perusputken ensimmäisestä päästä ja toinen aine johdetaan perusputkeen perusputken toisesta päästä.

6. Valmistuslaittelsto yhden tai useamman ainekerroksen muodostamiseksi perusputken (1) sisäpuolelle, joka perusputki on tarkoitettu käytettäväksi optisen kuituaihion valmistuksessa, josta kuituaihiosta sopi-  
 5 vimmin valmistetaan optista kuitua, **tunnettu siitä, että valmistuslaitteisto käsittää ainakin**
- välineet (4) ensimmäisen aineen varaamiseksi sähköisesti,
  - välineet ensimmäisen aineen johtamiseksi perusputken sisäl-  
 10 lä perusputken varaamiseksi,
  - välineet (4) toisen aineen varaamiseksi sähköisesti, siten, **että ensimmäisen ja toisen aineen varaukset ovat vastak-**  
 kaisel, ja
  - välineet toisen aineen johtamiseksi perusputken sisälle.
7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen valmistuslaitteisto, **tunnettu siitä,**  
 15 **että valmistuslaitteisto käsittää lisäksi ensimmäisen varaajan (1) en-**  
**simmäisen aineen varaamiseksi ja toisen varaajan (4) toisen aineen**  
**varaamiseksi.**
8. Patenttivaatimuksen 6 mukainen valmistuslaitteisto, **tunnettu siitä,**  
 20 **että valmistuslaitteisto käsittää yhden varaajan (4), jonka polariteettia**  
**muutetaan jaksoittain, ensimmäisen aineen varaamiseksi ja toisen ai-**  
**neen varaamiseksi.**
9. Jonkin edellisten patenttivaatimusten 6-8 mukainen valmistuslaitteis-  
 25 to, **tunnettu siitä, että varaaja (4) on koronavaraja.**
10. Patenttivaatimuksen 6 mukainen valmistuslaitteisto, **tunnettu siitä,**  
 30 **että valmistuslaitteisto käsittää ainakin yhden hiukkastenmuodostusyk-**  
**sikön (6), joka on järjestetty muodostamaan hiukkasia kaasuvirtauk-**  
**seen.**
11. Jonkin edellisten patenttivaatimusten 6-10 mukainen valmistuslait-  
 35 toisto, **tunnettu siitä, että hiukkastenmuodostusyksikkö (6) on DND-**  
**poltin.**

## Tiivistelmä

Menetelmä ja valmistuslaittelsto yhden tai useamman ainekerroksen muodostamiseksi perusputken (1) sisäpuolelle, jota perusputkea käytetään optisen kuituaihion valmistamisessa. Perusputken (1) sisäpuolinen pinta varataan sähköisesti johtamalla varattu ensimmäinen sähköisesti varattu kaasuvirtaus perusputken sisälle, jonka jälkeen perusputkeen johdetaan toinen sähköisesti varattu kaasuvirtaus, joka sisältää ainehiukkasia, ja jaksoittain vuorottelevat ensimmäinen kaasuvirtaus ja toinen kaasuvirtaus ovat keskenään vastakkaisesti varattuja.

Fig. 2

24

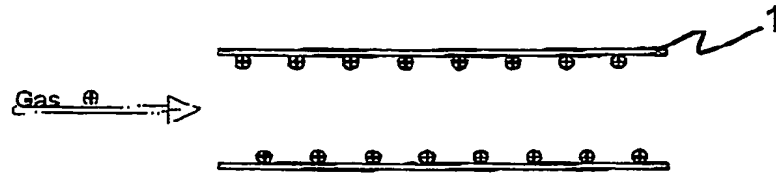


Fig. 1

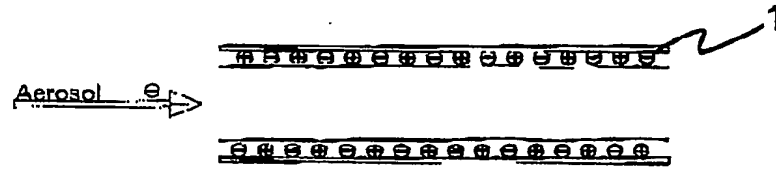


Fig. 2

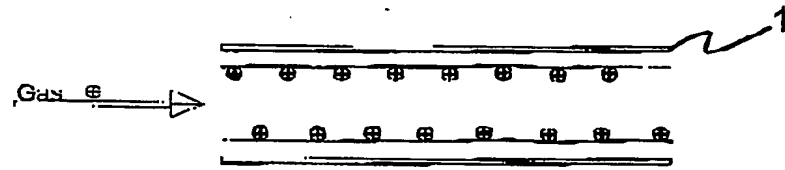


Fig. 3

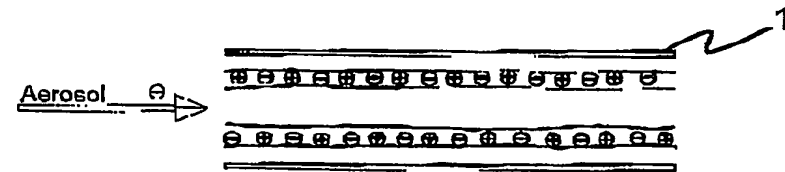


Fig. 4



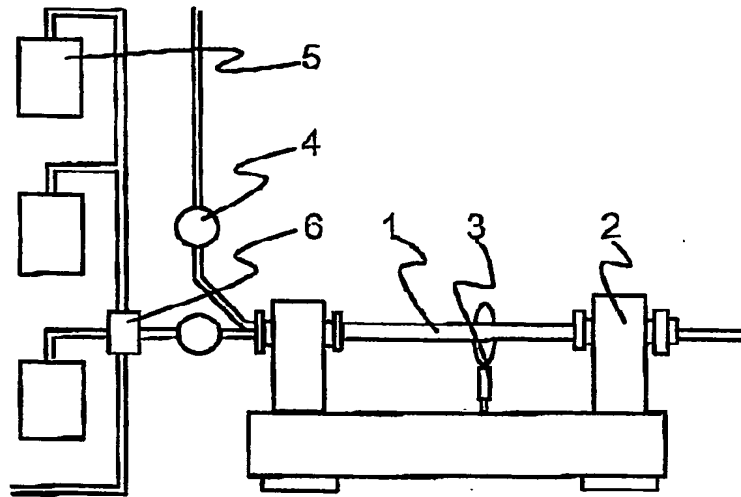


Fig. 5

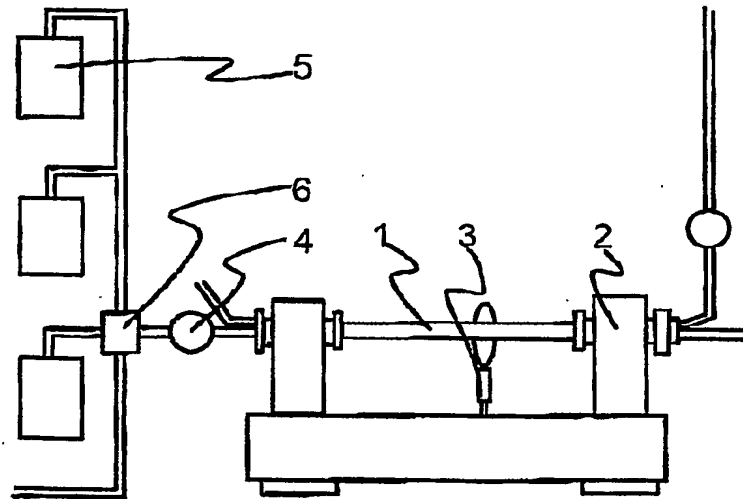


Fig. 6

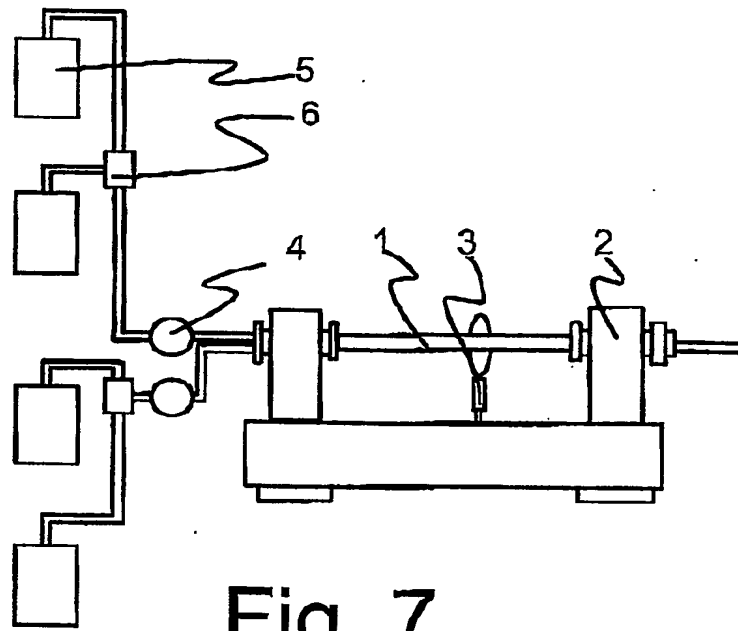


Fig. 7

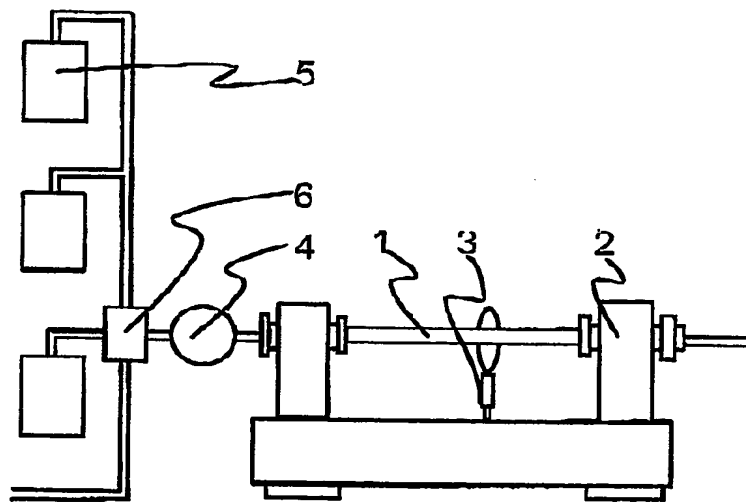


Fig. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
  - ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
  - ☐ FADED TEXT OR DRAWING
  - ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
  - ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
  - ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
  - ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
  - ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
  - ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- 

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**